

7. 金属MgO複合膜の構造と電気伝導

木本浩司

真空中で金属とMgOを同時に蒸着する真空同時蒸着法により、単結晶のMgO中に金属を数nmの粒径を持つ微結晶として埋め込むことができる。本研究ではこの方法により金属(Au, Pd, Fe, Pb)とMgOの複合膜を作製し、電子顕微鏡観察より複合膜の構造および、複合膜の結晶成長について考察した。またその複合膜の電気抵抗を測定した。

複合膜の構造を調べる目的で、特に複合膜中の1nm以下の粒径を持つ金属微結晶の観察のために、試料を電顕内でわずかに傾け母結晶であるMgOの格子縞を消して観察をするoff-axial観察を行った。その結果、膜中に含まれる金属粒子の格子像のみを結像することができその微細構造が観察できた。Au-MgO及びPb-MgO複合膜においては、通常の晶帯軸入射像ではMgOの格子縞が強く観察することのできなかつた、粒径1nm以下の金属クラスターおよび単原子の存在を観察した。

複合膜の結晶成長を調べる実験を行った結果、同時に蒸着するAuの膜厚を増やしても、中に埋め込まれたAu微結晶についてはその粒径をあまり変えずに、おもにその粒子密度が増加することが観察された。同時蒸着の結晶成長の特徴は、同時に基板上に存在するMgO vaporによってAu原子の表面拡散の抑制され、Au微結晶同志の融合過程が欠落することが主なものであると考えられる。Au微結晶の分散の仕方についてのこの結果は、複合膜の電気伝導に対しての基礎データを与えるものと思われる。

複合膜の電気抵抗は、負の温度係数をもつことと、抵抗率の非可逆な増加が観察された。これは金属の不連続膜の電気伝導とほぼ同様の傾向である。電気伝導の活性化エネルギーを求めたところその値は熱処理には依存せず、Auの膜厚に依存することが分かった。熱処理の前後で同一視野を電顕像で観察した結果、ほとんどの粒子がその位置や粒径を変えないことは、それを裏づけるものであると考えられる。抵抗率の非可逆な上昇は、off-axialで観察したMgO中のAu原子が熱処理によって他のAu微結晶に吸収されてしまうことが考えられる。